

# Verfahren zur Abgasnachbehandlung durch Nacheinspritzung von Kraftstoff bei einer Diesel-Brennkraftmaschine mit Vorkatalysator und Partikelfilter

**Patent number:** DE19952830  
**Publication date:** 2001-05-03  
**Inventor:** BLUHM KURT (DE); LOERCH HENNING (DE)  
**Applicant:** AUDI NSU AUTO UNION AG (DE)  
**Classification:**  
 - International: F02B3/12; F01N3/023  
 - european: F02D41/02C4D5; F01N9/00F; B01D53/94Y; F01N3/023B; F01N3/035; F02D41/40D4  
**Application number:** DE19991052830 19991102  
**Priority number(s):** DE19991052830 19991102

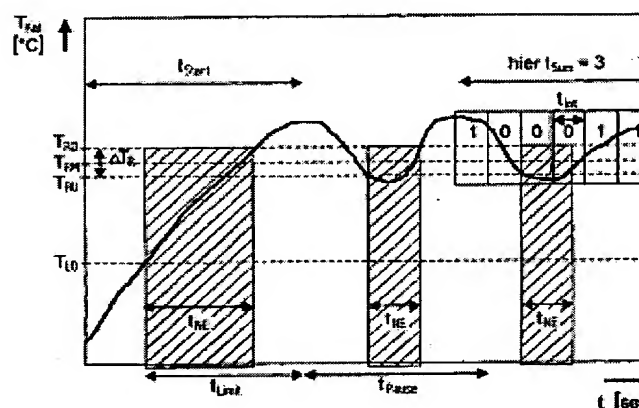
Also published as:



WO0133051 (A)  
 EP1226341 (A1)  
 EP1226341 (B1)

## Abstract of DE19952830

The invention relates to a method for the post-treatment of exhaust gases by subsequent injection of fuel in a diesel-type internal combustion engine that is provided with a pre-catalyst and a particle filter. According to this method, the subsequent injection NE proceeds depending on the temperature in the pre-catalyst zone TKat and the charging state of the particle filter. The inventive method functions especially effective in the short distance operation of diesel-type internal combustion engines which so far has been critical, and will meet even the strict requirements of exhaust gas regulations yet to come.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 52 830 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 B 3/12**  
F 01 N 3/023

②1 Aktenzeichen: 199 52 830.6  
②2 Anmeldetag: 2. 11. 1999  
④3 Offenlegungstag: 3. 5. 2001

DE 199 52 830 A 1

⑦1 Anmelder:  
AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

⑦2 Erfinder:  
Blum, Kurt, 74172 Neckarsulm, DE; Lörch,  
Henning, Dr., 74189 Weinsberg, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

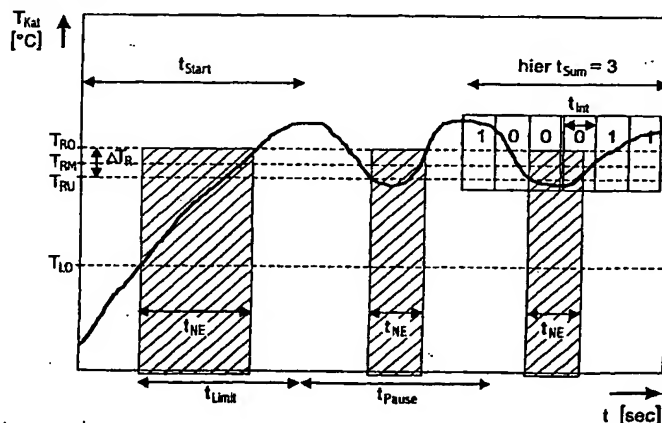
DE 197 50 226 C1  
DE 197 16 275 C1  
DE 43 27 086 C1  
DE 198 50 762 A1  
DE 197 31 624 A1  
WO 00 08 311 A1

JP 0056104111 AA., In: Patent Abstracts of Japan;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren zur Abgasnachbehandlung durch Nacheinspritzung von Kraftstoff bei einer  
Diesel-Brennkraftmaschine mit Vorkatalysator und Partikelfilter

⑤7 Es wird ein Verfahren zur Abgasnachbehandlung durch  
Nacheinspritzung von Kraftstoff bei einer Diesel-Brenn-  
kraftmaschine mit einem Vorkatalysator und einem Parti-  
kelfilter vorgeschlagen, bei welchem die Nacheinsprit-  
zung NE in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich  
des Vorkatalysators  $T_{Kat}$  und dem Beladungszustand des  
Partikelfilters erfolgt. Da dieses Verfahren insbesondere  
im bisher kritischen Kurzstreckenbetrieb von Diesel-  
Brennkraftmaschinen besonders effizient arbeitet, kann  
hiermit ohne weiteres auch den strengen Anforderungen  
zukünftiger Abgasgesetzgebungen entsprochen werden.



対応

JP-A-2003-514164

BEST AVAILABLE COPY

DE 199 52 830 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abgasnachbehandlung durch Nacheinspritzung von Kraftstoff bei einer Diesel-Brennkraftmaschine mit Vorkatalysator und Partikelfilter.

Um Partikelemissionen eines Dieselmotors zukünftig wirksam zu reduzieren, ist der Einsatz eines Partikelfilters unvermeidbar. Hierbei kommt es jedoch insbesondere bei wiederholtem Kurzstreckenbetrieb aufgrund der niedrigen Abgastemperaturen zu einer fortwährenden Beladung des Filters mit Ruß, die im Extremfall zu einem Liegenbleiben des Fahrzeugs führen kann.

Aus der Druckschrift EP 0 621 400 A1 ist eine luftverdichtende Einspritzbrennkraftmaschine mit einer Abgasnachbehandlungseinrichtung bekannt. Dieser Einspritzbrennkraftmaschine ist zur Reduzierung von Stickoxiden ein Reduktionsmittel zuführbar. Das Reduktionsmittel wird in der Endphase der Verbrennung nach dem Zünd-OT durch eine Sekundäreinspritzung von Kraftstoff bereitgestellt.

Darüber hinaus ist aus der Druckschrift DE 197 35 011 A1 ein Verfahren bekannt, bei dem zur Stickoxidverminderung eine abgastemperaturabhängige und zeitabhängige Kraftstoffnacheinspritzung vorgesehen ist. Dazu wird zwischen einer ersten Nacheinspritzungsart mit einer ersten Nacheinspritzmenge und einer zweiten Nacheinspritzungsart mit einer gegenüber der ersten höheren zweiten Nacheinspritzmenge umgeschaltet.

Die Sekundäreinspritzung bzw. Nacheinspritzung von Kraftstoff dient dabei jeweils zur Erhöhung der Abgastemperatur durch eine exotherme Reaktion und erfolgt meist innerhalb eines bestimmten Abgastemperaturbereiches, wobei die Temperatur allein jedoch kein geeignetes Kriterium für eine zweckmäßige Nacheinspritzung von Kraftstoff darstellt.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Abgasnachbehandlung durch Nacheinspritzung von Kraftstoff bereitzustellen, welches insbesondere bei häufigem Einsatz im Kurzstreckenbetrieb von Diesel-Brennkraftmaschinen den sinnvollen Einsatz eines Partikelfilters überhaupt erst ermöglicht und damit einen weiteren Vorstoß bei der Einhaltung zukünftiger Abgasnormen und bei der Erlangung steuerlicher Förderungen darstellt.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Indem die Nacheinspritzung NE sowohl in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich des motornahen Vorkatalysators  $T_{Kat}$  als auch in Abhängigkeit von dem Beladungszustand des Partikelfilters erfolgt, kann der Ansteuerbeginn sowie die Menge der Nacheinspritzung NE für jeden Lastpunkt ideal gewählt werden, so dass ein schnelles Aufheizen des Partikelfilters durch Exothermie am Vorkatalysator gewährleistet ist, ohne dass es dabei zu wesentlichen Durchbrüchen von CO oder HC kommt. Durch die bereits erfolgte Umsetzung von HC und CO am Vorkatalysator kann an einem nachgeschalteten Hauptkatalysator in hoher Ausbeute NO zu NO<sub>2</sub> oxidiert werden, welches in Folge für die Oxidation des Rußes im Partikelfilter benötigt wird.

Die Nacheinspritzung NE wird aktiviert, wenn die Temperatur im Bereich des Vorkatalysators  $T_{Kat}$  eine Anspringtemperatur  $T_{LO}$  von ca. 160 Grad Celsius überschreitet. Denn erst oberhalb dieser Anspringtemperatur  $T_{LO}$  – der sogenannten Lightoff-Temperatur – beträgt die Konvertierungsrate für unverbrannte Kohlenwasserstoffe mindestens 50% und kann durch die Nacheinspritzung NE von zusätzlichem Kraftstoff eine weitere Temperaturerhöhung stattfinden,

so dass die Regeneration des Partikelfilters eingeleitet wird. Die Messung der Temperatur im Bereich des Vorkatalysators  $T_{Kat}$  erfolgt dabei durch ein dem Vorkatalysator nachgeschaltetes Thermoelement.

Dagegen wird die Nacheinspritzung NE deaktiviert, wenn die Temperatur im Bereich des Vorkatalysators  $T_{Kat}$  eine obere Regenerationstemperatur  $T_{RO}$  von ca. 280 Grad Celsius überschreitet. Die Nacheinspritzung NE wird außerdem reaktiviert, wenn die Temperatur im Bereich des Vorkatalysators  $T_{Kat}$  eine untere Regenerationstemperatur  $T_{RU}$  von ca. 230 Grad Celsius unterschreitet. Damit ist ein ausreichend groß dimensionierter Regenerationstemperaturbereich  $\Delta T_R$  von ca. 50 Grad bestimmt, innerhalb dessen eine Rußoxidation durch NO<sub>2</sub> im Partikelfilter sichergestellt wird.

Zusätzlich ist vorgesehen, dass die Nacheinspritzung NE bzw. die Regeneration des Partikelfilters eine bestimmte Zeitdauer  $t_{Limit}$  nicht überschreiten darf. Diese Zeitdauer  $t_{Limit}$  beträgt beispielsweise ca. 20 Sekunden und stellt eine Art "Notaus" dar, falls der Vorkatalysator einmal nicht anspringen sollte.

Zur Sicherheit ist außerdem vorgesehen, dass dann wenn der Vorkatalysator nicht anspringt eine erneute Nacheinspritzung NE erst nach Ablauf einer bestimmten Zeitverzögerung  $t_{Pause}$  erfolgen darf. Diese Zeitverzögerung  $t_{Pause}$  beträgt vorschlagsweise ca. 30 Sekunden und soll begünstigen, dass der Vorkatalysator anschließend wieder anspringen kann.

Zweckmäßig wird der Beladungszustand des Partikelfilters mittels eines Zählers Z angegeben und wird die Nacheinspritzung NE erst nach dem Erreichen eines bestimmten Zählerstandes  $Z_{Reg}$ , der einem vorgegebenen Beladungszustand entspricht, zugelassen. Dadurch kann der Beladungszustand des Partikelfilters rechnerisch auf einfache Art und Weise angezeigt bzw. verändert und als Kriterium für die Nacheinspritzung NE also für die Regeneration des Partikelfilters verwendet werden.

Der Zähler Z wird erhöht, wenn innerhalb einer bestimmten Zeitspanne  $t_{Start}$  nach dem Kaltstart der Diesel-Brennkraftmaschine die zwischen der oberen Regenerationstemperatur  $T_{RO}$  und der unteren Regenerationstemperatur  $T_{RU}$  liegende mittlere Regenerationstemperatur  $T_{RM}$  nicht erreicht wird. Denn dann findet innerhalb des Partikelfilters eine Rußansammlung statt, so dass ein erhöhter Beladungszustand vorliegt.

Zusätzlich wird der Zähler Z bei extremem Kurzstreckenbetrieb erhöht. Ein solch extremer Kurzstreckenbetrieb kann unter Umständen sogar weitere Maßnahmen, wie zum Beispiel eine elektrische Vorrichtung zur Beheizung des Vorkatalysators, eine Ansaugluftdrosselung oder eine Verstellung der Einspritzzeitpunkte in Richtung "Spät" in Verbindung mit einer erhöhten Motordrehzahl, erforderlich machen. Diese Maßnahmen werden dann bevorzugt ab dem nächsten Start der Diesel-Brennkraftmaschine eingesetzt und können den Zähler Z um einen frei wählbaren Betrag abbauen.

Darüber hinaus wird der Zähler Z schrittweise um einen bestimmten Betrag erniedrigt, wenn für eine bestimmte Summe  $t_{sum}$  von festgelegten Zeitintervallen  $t_{int}$  die zwischen der oberen Regenerationstemperatur  $T_{RO}$  und der unteren Regenerationstemperatur  $T_{RU}$  liegende mittlere Regenerationstemperatur  $T_{RM}$  überschritten wird. Denn beim Vorliegen dieser Summe  $t_{sum}$  von festgelegten Zeitintervallen  $t_{int}$  erfolgt ein Rußabbbrand, so dass sich der Beladungszustand des Partikelfilters entsprechend verringert. Erfolgt die Abbaugeschwindigkeit des Zählers Z unter Berücksichtigung der Reaktionskinetik dabei temperaturabhängig, so arbeitet der Zähler Z unter Berücksichtigung dieser Temperaturabhängigkeit mit einer besonders hohen Genauigkeit.

Vorteilhaft wird darüber hinaus zur Ermittlung des Bela-

dungszustands des Partikelfilters auch der Gegendruck in der Abgasanlage überwacht. Denn obgleich der Gegendruck allein kein geeignetes Kriterium für einen definierten Beladungszustand darstellt, weil eventuell vorhandene Löcher in der Rußschicht zu einem relativ niedrigen Gegendruck führen, der einen zu geringen Beladungszustand vortäuscht, kann durch die Überwachung des Gegendrucks dennoch eine zusätzliche Sicherheit bei der Ermittlung des Beladungszustands des Partikelfilters bereitgestellt werden.

Zur Veranschaulichung der vorstehenden Ausführungen zu dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Abgasnachbehandlung wird auf die nachfolgende Figur verwiesen, welche in vereinfachter Weise den Verlauf der Temperatur im Bereich des Vorkatalysators  $T_{Kat}$  über der Zeit  $t$  darstellt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Abgasnachbehandlung durch Nacheinspritzung von Kraftstoff bei einer Diesel-Brennkraftmaschine mit einem Vorkatalysator und einem Partikelfilter, wobei die Nacheinspritzung NE in Abhängigkeit von der Temperatur im Bereich des Vorkatalysators  $T_{Kat}$  und dem Beladungszustand des Partikelfilters erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Nacheinspritzung NE aktiviert wird, wenn die Temperatur im Bereich des Vorkatalysators  $T_{Kat}$  eine Anspringtemperatur  $T_{LO}$  von ca. 160 Grad Celsius überschreitet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Nacheinspritzung NE deaktiviert wird, wenn die Temperatur im Bereich des Vorkatalysators  $T_{Kat}$  eine obere Regenerationstemperatur  $T_{RO}$  von ca. 280 Grad Celsius überschreitet.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Nacheinspritzung NE reaktiviert wird, wenn die Temperatur im Bereich des Vorkatalysators  $T_{Kat}$  eine untere Regenerationstemperatur  $T_{RU}$  von ca. 230 Grad Celsius unterschreitet.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Nacheinspritzung NE eine bestimmte Zeitdauer  $t_{limit}$  nicht überschreiten darf.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine erneute Nacheinspritzung NE erst nach Ablauf einer bestimmten Zeitverzögerung  $t_{Pause}$  erfolgen darf.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Beladungszustand des Partikelfilters mittels eines Zählers Z angegeben wird und die Nacheinspritzung NE erst ab dem Erreichen eines bestimmten Zählerstands  $Z_{Reg}$ , der einem vorgegebenen Beladungszustand entspricht, zugelassen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Zähler Z erhöht wird, wenn innerhalb einer bestimmten Zeitspanne  $t_{start}$  nach dem Kaltstart der Diesel-Brennkraftmaschine die zwischen der oberen Regenerationstemperatur  $T_{RO}$  und der unteren Regenerationstemperatur  $T_{RU}$  liegende mittlere Regenerationstemperatur  $T_{RM}$  nicht erreicht wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Zähler Z bei extremem Kurzstreckenbetrieb zusätzlich erhöht wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Zähler Z schrittweise erniedrigt wird, wenn für eine bestimmte Summe  $t_{sum}$  von festgelegten Zeitintervallen  $t_{int}$  die zwischen der oberen Regenerationstemperatur  $T_{RO}$  und der unteren

Regenerationstemperatur  $T_{RU}$  liegende mittlere Regenerationstemperatur  $T_{RM}$  überschritten wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Zähler Z temperaturabhängig erniedrigt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung des Beladungszustands des Partikelfilters der Gegendruck in der Abgasanlage überwacht wird.

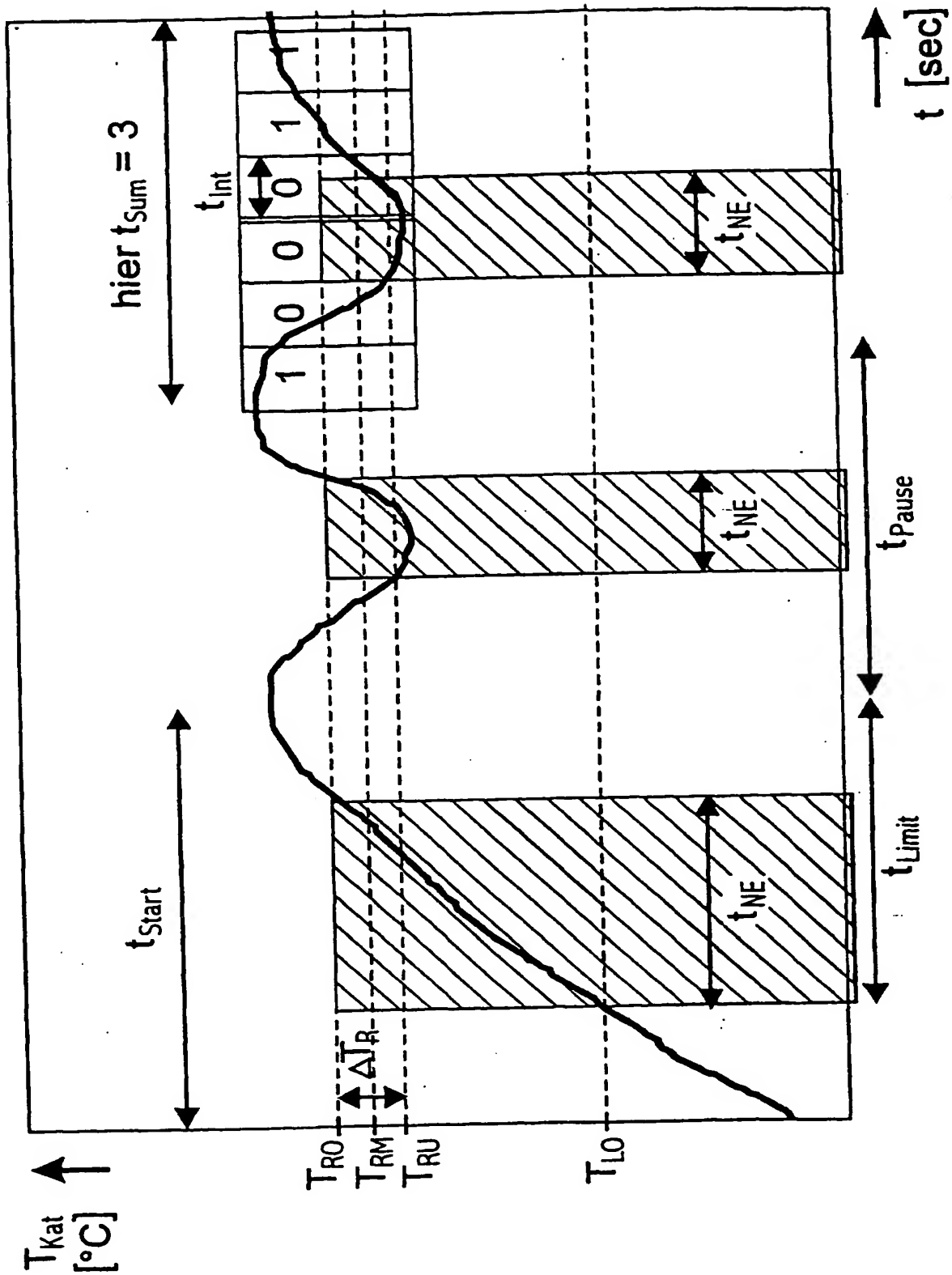
---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)



BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**